

Exercice 1: (24pts).

$$G_1(P) = \frac{1}{1+10P}$$

$$G_2(P) = \frac{1}{1+20P}$$

$$C = K_P = 10$$

1 - Fonctions  $F_1(P)$  et  $F_2(P)$

$$F_1(P) = \frac{Y(P)}{Y_d(P)}$$

$$F_1(P) = \frac{C(P) \cdot G_1(P) G_2(P)}{1 + C(P) \cdot G_1(P) \cdot G_2(P)} = \frac{K_P G_1(P) G_2(P)}{1 + K_P G_1(P) G_2(P)}$$

$$F_1(P) = \frac{K_P}{(1+10P)(1+20P) + K_P} = \frac{K_P}{200P^2 + 30P + K_P + 1}$$

$$F_1(P) = \frac{10}{200P^2 + 30P + 11} = \frac{0,05}{P^2 + 0,15P + 0,055}$$

→ { 100% note si une des formes encadrées donnée  
0 si faux.

$$F_2(P) = \frac{Y(P)}{T(P)}$$

$$F_2(P) = \frac{G_2(P)}{1 + G_1(P) G_2(P) C(P)} = \frac{G_2(P)}{1 + K_P G_1(P) G_2(P)}$$

$$= \frac{1}{1+10P} = \frac{0,05P + 0,005}{200P^2 + 30P + 11} = \frac{P^2 + 0,15P + 0,055}{200P^2 + 30P + 11}$$

→ { 100% note si une des formes données  
0 si faux

(2 pts)

(2 pts)

2.

$$E_{\text{stat/cons}} = \lim_{P \rightarrow 0} \frac{Y_d(P) - Y(P)}{Y_d(P)} = 1 - F_1(0)$$

$$E_{\text{stat/cons}} = 1 - \frac{0,05}{0,055}$$

1pt

$$E_{\text{stat/cons}} = 0,0909$$

$$E_{\text{stat/peit}} = \lim_{P \rightarrow 0} \frac{Y(P)}{T(P)} = F_2(0)$$

$$E_{\text{stat/peit}} = \frac{0,005}{0,055}$$

1pt

$$E_{\text{stat/peit}} = 0,0909$$

3.

1pt

Il faut une action d'anticipation par rapport à la consigne car  $E_{\text{stat/cons}} \neq 0$  et une action d'anticipation par rapport à la perturbation car  $E_{\text{stat/peit}} \neq 0$ .

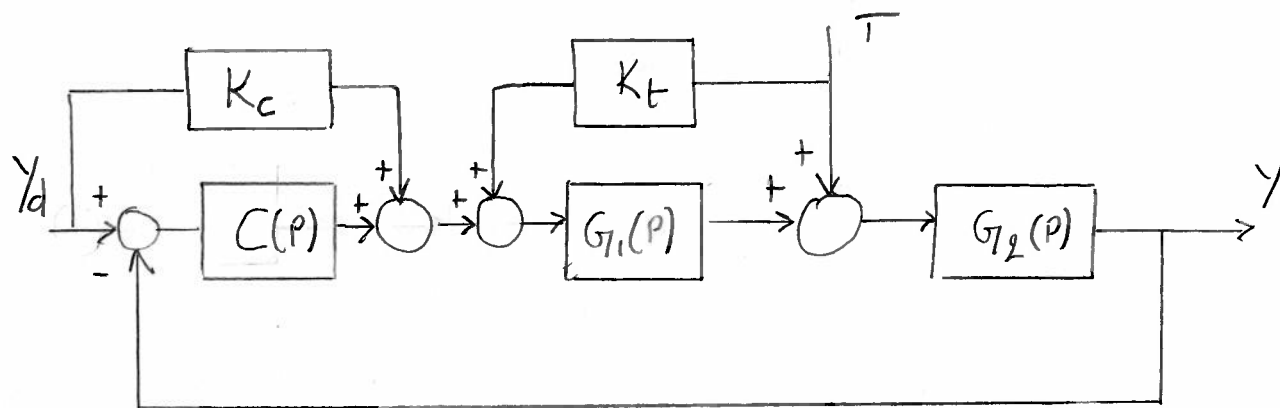
↳ 100% note si correct et justifié

○ sinon

4 -

(2)  
GR

(3pts)



- 100% note si schéma correct + signes corrects  
 + signaux indiqués  
 • - 50% note si schéma correct - (signes faux  
 ou signaux  
 non-indiqués)

5 -

$$E_{\text{stat/cons}} = 1 - F_1(0)$$

$$= 1 - \frac{(K_p + K_c) G_1(0) G_2(0)}{1 + K_p G_1(0) G_2(0)}$$

$$= 1 - \frac{(10 + K_c)}{1 + 10}$$

$$E_{\text{stat/cons}} = 0 \longrightarrow 10 + K_c = 11$$

(2pts)

$$K_c = 1$$

→ 100% si démonstration  
 0 sinon.

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{\text{stat/pe}} &= F_2(0) \\
 &= \frac{G_2(0) (1 + G_1(0) K_t)}{1 + K_p G_1(0) G_2(0)} \\
 &= \frac{1 + K_t}{1 + 10}
 \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{\text{stat/pe}} = 0 \longrightarrow 1 + K_t = 0$$

(2pts)

$$K_t = -1$$

→ 100% note si démonstration  
0 sinon.

6. En BF

$$\frac{Y}{Y_d} = \frac{(K_p + K_c) G_1 G_2}{1 + K_p G_1 G_2}$$

(2pts)

$K_c$  et  $K_t$  n'ont aucun effet sur les pôles car ils n'interviennent pas sur le dénominateur de la fonction de transfert en BF  $\frac{Y}{Y_d}$

→ 100% note si démonstration  
0 sinon.

$$C(P) = \frac{K(1+2_1P)(1+2_2P)}{P(1+2P)}$$

(3)  
ER

$$\omega_{odb} = 1 \text{ rad/s}$$

$$M_\varphi = \pi/4 \text{ rad}$$

$$E_{\text{stat/cons}} = 0$$

$$E_{\text{stat/perf}} = 0$$

7.

$$E_{\text{stat/cons}} = 1 - F_1(0) \quad [\text{sans } K_c \text{ ni } K_t]$$

$$= 1 - \frac{C(0) G_1(0) G_2(0)}{1 + C(0) G_1(0) G_2(0)}$$

$$= 1 - \frac{C(0)}{1 + C(0)} = 1 - 1 = 0$$

(1pt)

$E_{\text{stat/cons}} = 0 \longrightarrow$  JP n'est pas nécessaire de maintenir l'action d'anticipation/cons

$\hookrightarrow$  100% note si démonstration  
0 sinon

$$E_{\text{stat/perf}} = F_2(0) \quad [\text{sans } K_c \text{ ni } K_t]$$

$$= \frac{G_2(0)}{1 + C(0) G_1(0) G_2(0)} = \frac{1}{1 + C(0)} = 0$$

(1pt)

$E_{\text{stat/perf}} = 0 \longrightarrow$  JP n'est pas nécessaire de maintenir l'action d'anticipation/perf

$\hookrightarrow$  100% note si démonstration  
0 sinon

8.

$$G_{bo} = C G_1 G_2 = \frac{K(1+z_1 p)(1+z_2 p)}{p(1+p)} \frac{1}{1+10p} \frac{1}{1+20p}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \omega_{odb} = 1 \text{ rad/s} \longrightarrow |G_{bo}(\omega_{odb})| = 1 \quad \dots (a) \\ M_\phi = \pi/4 \text{ rad} \longrightarrow \phi[G_{bo}(\omega_{odb})] = M_\phi - \pi = -\frac{3\pi}{4} \quad \dots (b) \\ E_{stat/cons} = 0 \longrightarrow F_1(0) = 1 \quad \dots (c) \\ \text{Compensation des zéros} \\ \text{(non indiqué dans le} \\ \text{cahier des charges} \\ \text{mais la structure de} \\ \text{C suggère cette action)} \end{array} \right. \longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} (1+z_1 p) = (1+10p) \\ (1+z_2 p) = (1+20p) \end{array} \right. \quad \dots (d)$$

(d)  $\longrightarrow$   $\left\{ \begin{array}{ll} z_1 = 10 & z_1 = 20 \\ z_2 = 20 & z_2 = 10 \end{array} \right.$  ou

$\hookrightarrow$  100% note si démonstration  
0 sinon

$$G_{bo}(\omega) = \frac{K}{j\omega(1+j2\omega)}$$

$$|G_{bo}(\omega)| = \frac{K}{\omega \sqrt{1+(2\omega)^2}}$$

$$\phi[G_{bo}(\omega)] = -\pi/2 - \text{Arctg}(2\omega)$$

2pts

$$(b) \rightarrow -\pi/2 - \text{Arctg}(2) = -3\pi/4$$

(4)  
E-2

$$\begin{aligned} z &= \text{tg}(\pi/4) \\ z &= 1 \end{aligned}$$

100% note si démonstration  
0 sinon.

$$\begin{aligned} (a) \rightarrow K &= \sqrt{1+z^2} \\ K &= \sqrt{2} \end{aligned}$$

100% note si démonstration  
0 sinon.

## Exercice 2 (16 pt)

1.

$$G_i(p) = C_i(p) \cdot H_i(p)$$

2.

$$F_i(p) = \frac{G_i(p)}{1 + G_i(p)} = \frac{C_i(p) H_i(p)}{1 + C_i(p) H_i(p)}$$

3.

(2 pts)

$$G_e(p) = C_e(p) F_i(p) \cdot H_e(p)$$

4.

(2 pts)

$$F_e(p) = \frac{G_e(p)}{1 + G_e(p)} = \frac{C_e(p) F_i(p) H_e(p)}{1 + C_e(p) F_i(p) H_e(p)}$$

5.

$$\omega_{C,0,b_i} = 20 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{C,0,b_e} = 2 \text{ rad/s}$$

a-

$$C_i(p) = K_i$$

$$|G_i(\omega_{C,0,b_i})| = 1$$

$$G_i(p) = K_i \frac{1}{p+2} \rightarrow G_i(\omega) = \frac{K_i}{2 + j\omega}$$

$$|G_i(\omega_{C,0,b_i})| = 1 \rightarrow K_i = \sqrt{2^2 + (\omega_{C,0,b_i})^2}$$

(4 pts)

$$K_i = 2$$

→ 100% note avec démonstration  
○ sinon.



b -

$$G_e(p) = K_e (1+p) \frac{2}{0,1p + 2,01} \frac{1}{p}$$

$$G_e(w) = K_e \frac{2(1+jw)}{(0,1jw + 2,01)jw}$$

(4pts)  $|G_e(w_{c,0,be})| = 1 \rightarrow K_e = \frac{w_{c,0,be} \sqrt{4,04 + (0,1 w_{c,0,be})^2}}{2 \sqrt{1 + (w_{c,0,be})^2}}$

$$K_e \leq 0,9033$$

↳ 100% note avec démonstration  
0 sinon.